# ÉVALUATION EXPÉRIMENTALE DE L'ENSEIGNEMENT - APPRENTISSAGE DES MODES OPÉRATOIRES EN TRAVAUX PRATIQUES DE TECHNOLOGIE, EN LICENCE

**Yves CARTONNET**

Laboratoire Interuniversitaire de Recherche sur
l'Éducation Scientifique et Technologique
École Normale Supérieure de Cachan
61, Avenue du Président Wilson - 94235 Cachan cedex

cartonnet@dgm.ens-cachan.fr

## QUESTION DE RECHERCHE ET CADRE DE RÉFÉRENCE

Le but de ce travail est d'évaluer expérimentalement la qualité de l'apprentissage des modes opératoires d'un banc d'essai de T.P. et des appareils de mesure associés. L'expérimentation a eu lieu auprès d'étudiants de Licence de Technologie-Mécanique, au Département de Génie mécanique, à l'E.N.S. de Cachan, en travaux pratiques (T.P.) de Technologie.

Cet apprentissage est lié au premier contenu d'enseignement visé dans ce T.P., qui est la maîtrise de l'utilisation du banc d'essai et des appareils de mesure. Nous l'étudions car il conditionne la suite des apprentissages : objectivation et modélisation, maîtrise des algorithmes de dimensionnement en bureau d'études mécaniques.

Nous concevons la maîtrise des modes opératoires à partir de la notion d'instrument que définit Pierre Rabardel (1995). Cet auteur propose de « considérer l'instrument comme une entité mixte qui tient à la fois du sujet et de l'artefact. L'instrument comprend dans cette perspective : un artefact matériel ou symbolique […] ; un ou des schèmes d'utilisation résultant d'une construction propre ou de l'appropriation de schèmes sociaux préexistants. » (*op. cit.*, p. 11). Deux types de schèmes sont à construire. Les schèmes d'usage et les schèmes d'actions instrumentées. Les schèmes d'usage sont relatifs aux tâches secondes, « c'est-à-dire celles relatives à la gestion des caractéristiques et propriétés particulières de l'artefact, […, par exemple], les schèmes d'utilisation élémentaires de manipulation du bouton de commande. », (*op. cit.*, p. 113). Les schèmes d'action instrumentée incorporent les schèmes d'usage et sont relatifs aux tâches premières, c'est-à-dire aux tâches qui sont « principales, orientées vers l'objet de l'activité, et pour lesquelles l'artefact est

un moyen de réalisation », (*op. cit.*, p. 114). Maîtriser les modes opératoires signifie donc pour nous, avoir construit les schèmes d'usage et les schèmes d'action instrumentée pour les artefacts à utiliser en T.P.

La construction des schèmes d'usage sera évaluée par la mesure du nombre de mesures valides pendant le T.P., et la construction des schèmes d'action instrumentée, par la capacité à réutiliser un des appareils de mesure dans un contexte différent de celui de l'apprentissage, lors d'un post-test, cinq mois après la formation.

Nous avons étudié l'effet de deux variables sur l'apprentissage évalué : une variable d'expérience acquise de construction de schème d'utilisation et une variable d'artefact. La variable d'expérience acquise est le cursus récent des étudiants. Ils sont issus de D.E.U.G ou de C.P.G.E. Et la variable d'artefact le support du mode d'emploi : ordinateur ou papier.

Nous pensons que le cursus récent aura un effet sur l'acquisition des modes opératoires car les curriculums des deux filières considérées présentent des caractéristiques très différentes vis-à-vis des T.P. Elles se distinguent par la présence en C.P.G.E. de séances de T.P. et l'absence de ce mode d'enseignement en D.E.U.G. De plus en C.P.G.E., l'expérimentation assistée par ordinateur (ExAO) est au programme officiel, en T.P. de Physique-chimie. L'ordinateur est donc un artefact connu et déjà utilisé en T.P. pour ces étudiants. Leurs résultats avec cet artefact devraient donc être meilleurs que ceux des étudiants issus de D.E.U.G. Notre hypothèse est que les étudiants issus de D.E.U.G. seront pénalisés par la construction de schèmes d'utilisation nouveaux en T.P.

Face au développement des aides multimédias, nous avons également voulu évaluer l'impact de cette nécessité pour l'utilisateur d'un artefact de se l'approprier en un instrument. Est-ce que l'utilisation d'un mode d'emploi multimédia (AMMI) sur ordinateur est plus difficile à utiliser qu'un mode d'emploi identique sur support papier ? Notre hypothèse est que l'ordinateur obligera à l'élaboration des schèmes d'utilisation et rendra l'apprentissage plus difficile.

## RÉSULTATS

Les séances de T.P. observées, filmées en vidéo et dépouillée par actigramme (Cartonnet & Durey, 1996), duraient trois heures et les étudiants étaient deux ou trois par poste. Le banc d'essai permet de mesurer la force tangentielle de frottement de glissement, entre deux matériaux, en fonction de la variation de quatre paramètres : l'effort normal, la vitesse de glissement, le couple de matériaux, la lubrification.

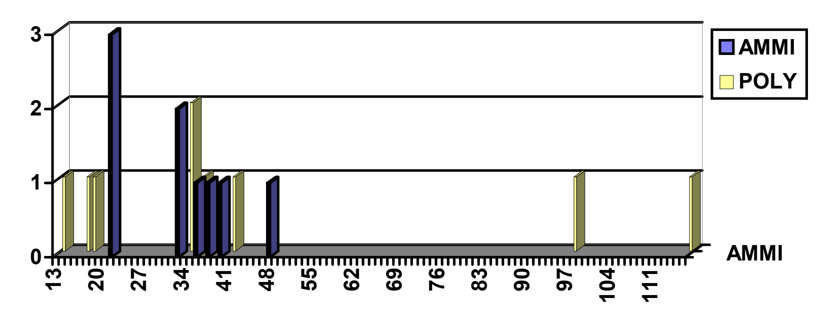
Pour évaluer l'apprentissage des schèmes d'usage, nous avons pris comme descripteur le nombre de mesures valides que les étudiants ont réussi à effectuer. Nous donnons (Tableau 1), en moyenne, les résultats atteints au bout de trois heures.

| | population originaire de D.E.U.G. | population originaire de C.P.G.E. | moyenne |
|---|---|---|---|
| support AMMI | 26.5 | 37.6 | 32.7 |
| support polycopié | 26.2 | 60.2 | 45.1 |
| moyenne | 26.4 | 48.9 | 38.8 |

***Tableau 1.*** *Nombre de mesures réalisées en 3 heures de T.P.*

Nous avons réalisé sur les tableaux de moyennes ci-dessus des analyses de la variance selon la méthode des plans non-balancés, moyennes non-pondérées (Abdy, 1987). Elles indiquent que la différence due à la variable d'expérience (D.E.U.G. vs C.P.G.E.) est significative au seuil de 8 %.

Pour préciser ces résultats globaux, donnés en moyenne, nous avons voulu connaître la distribution des nombres de mesures effectuées par les différents groupes de T.P.




***Histogramme n° 1.*** *En ordonnée : nombre de groupes ayant le même nombre de mesures réalisées ; en abscisse : nombre de mesures effectuées par le groupe.*

Cet histogramme montre que trois types de comportements apparaissent : un groupe obtient une moyenne de 19 mesures, un deuxième groupe une moyenne de 37 mesures et un dernier une moyenne de 106. Un nombre de mesures correct est de l'ordre de 30-35 (8 mesures multipliées par 4 conditions). Par ailleurs, l'observation des actigrammes permet d'affirmer que seuls les groupes de T.P. ayant une moyenne de 19 mesures ont relu le polycopié donnant le sujet du T.P., i.e. les consignes pour résoudre les problèmes techniques, après avoir commencé les mesures. Les deux autres groupes - de moyenne 37 et 106 mesures - ne relisent jamais le polycopié donnant le sujet de T.P. Le premier groupe semble donc construire des schèmes d'usage, puisqu'ils réalisent 19 mesures en moyenne, mais l'absence de sens, comme le montre la relecture des consignes, ne leur permet pas de construire des schèmes d'action instrumentée.

Enfin, pour tester, auprès des étudiants, l'élaboration des schèmes d'action instrumentée, nous leur avons demandé lors d'un post-test de réutiliser un appareil de mesure d'effort, vu en T.P., pour mesurer, cette fois, un poids. Nous indiquons ici (Tableau 2), le pourcentage d'étudiants relatif à chaque groupe expérimental (AMMI+D.E.U.G., AMMI+C.P.G.E., POLY+D.E.U.G., POLY+C.P.G.E.) par catégorie de maîtrise opératoire de la chaîne de mesure lors du test de rappel. La

catégorie 1 signifie qu'ils n'ont rien su faire. La catégorie 2 désigne ceux qui ont mesuré une valeur erronée car ils n'ont pas réglé l'appareil de mesure. La catégorie 3 indique que les étudiants ont su régler l'appareil et effectuer une mesure correcte.

| en % | population originaire de D.E.U.G. | | | population originaire de C.P.G.E. | | | moyenne | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Support AMMI | 90 | 10 | 0 | 20 | 60 | 20 | 55 | 35 | 10 |
| Support polycopié | 50 | 50 | 0 | 45,5 | 36,4 | 18,1 | 47,5 | 43 | 9,5 |
| Moyenne | 70 | 30 | 0 | 33 | 47,6 | 19 | | | |

***Tableau 2.*** *Pourcentage d'étudiants de chaque groupe expérimental par catégorie de maîtrise opératoire lors du test de rappel.*

On constate que le support ne change rien aux performances, mais l'expérience oui : les élèves issus de D.E.U.G. n'atteignent pas le niveau 3. Il n'y a donc pas construction de schèmes d'action instrumentée. Par ailleurs, ce sont les D.E.U.G. avec AMMI qui maîtrisent le moins (90 % de niveau 1) l'appareil. La différence due à l'expérience pour le niveau 1 - 70 % vs 33 % - est significative au seuil de 1,3 % et celle pour le niveau 3 - 0 % vs 19 % - au seuil de 4,9 %.

## CONCLUSIONS

Sans prétention de généralisation, mais plutôt comme l'ouverture de pistes de recherche, nous constatons que l'expérience acquise a de l'influence sur la construction des schèmes d'usage. En effet, les différences significatives du nombre de mesures effectuées par les étudiants issus de D.E.U.G. vs de C.P.G.E. l'indiquent. De même, les résultats du post-test montrent que les étudiants issus de D.E.U.G. parviennent moins bien à constuire des schèmes d'action instrumentée que ceux issus de C.P.G.E. Pour ces derniers, l'AMMI n'est pas un handicap vs le support papier pour apprendre à maîtriser les modes opératoires. A l'opposé, les étudiants issus de D.E.U.G. utilisant l'AMMI ne possèdent plus lors du post-test, ni schèmes d'usage, ni schèmes d'action instrumentée. Au bilan, la maîtrise des artefacts en T.P. n'est donc pas donnée *a priori* et la prise en compte de cet apprentissage est important pour aider l'enseignant à gérer son passage auprès des différents groupes d'étudiants et pour assurer ainsi à chaque groupe une progression vers les autres contenus d'enseignement (objectivation, modélisation) visés en T.P.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abdy H. (1987). *Introduction au traitement statistique des données expérimentales*, Presses Universitaires de Grenoble.

Cartonnet Y., Durey A. (1996). « Une assistance multimédia interactive pour les séances de travaux pratiques ? Évaluation », in *Sciences et Techniques Éducatives*, vol. 3, n°4.

Rabardel P. (1995). *Les hommes et les technologies*, Armand-Colin.